Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários

Apresentação

Toda vez que se pretende realizar um tratamento fitossanitário com a utilização de produtos químicos é necessário responder, no mínimo, três perguntas para garantir bons resultados agronômicos:

- Qual é o alvo biológico que precisa ser controlado?
- Qual o tratamento mais adequado?
- Como realizar uma aplicação eficaz?

A aplicação errada de produtos químicos é sinônimo de prejuízo, pois além de gerar desperdício e poder causar resistência, aumenta consideravelmente os riscos de contaminação das pessoas e do ambiente.

De uma forma geral, até 70% dos produtos pulverizados nas lavouras podem ser perdidos por má aplicação, escorrimento e deriva descontrolada.

Para melhorar este desempenho, são essenciais a utilização correta e segura dos produtos fitossanitários e a capacitação da mão-de-obra para o uso seguro dos equipamentos de aplicação.

Esta publicação foi desenvolvida com o objetivo de dar orientações básicas aos profissionais que trabalham na aplicação de produtos fitossanitários e de ajudar na realização de uma aplicação eficaz.

Manual de tecnologia de aplicação/ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal. -- Campinas, São Paulo : Linea Creativa, 2004.

1. Tecnologia de Aplicação
2. Produtos Fitossanitários

Índices para catálogo sistemático:
1. Tecnologia de Aplicação
2. Produtos Fitossanitários - Tecnologia de aplicação

MANUAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

ANDEF - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL
CETUS - COMITÊ DE EDUCAÇÃO, TREINAMENTO E USO SEGURO

Presidente Executivo
Cristiano Walter Simon

Diretor Técnico
Luiz Carlos S. Ferreira Lima

Gerente Técnico do CETUS
C. Marçal Zuppi da Conceição

Assessora Técnica do CETUS
Thaís M. D. Santiago

Membros do CETUS:
Afonso Matsuyama – IHARABRAS
Cristiane Delic – DOW AGROSCIENCES
Egidio Moniz – SYNGENTA
Erwin Gotjan Junior – CROMPTON
Fabio S. Yokoyama – SIPCAM
Flavio Penteado – MONSANTO
Jadyr Piva – HOKKO
José Donizeti Vilhena – DU PONT
Luís Paulo Antonialli – SUMITOMO
Marcelo Vasconcelos – BAYER CROPSCIENCE
Maria de Lourdes Fustaino – FMC
Roberto M. Araújo – BASF

Elaboradores:
Eng.° Agr.° Hamilton Ramos – INSTITUTO AGRONÔMICO
Eng.° Agr.° José Maria Fernandes dos Santos – INSTITUTO BIOLÓGICO
Eng.° Agr.° Roberto Melo de Araújo – BASF
Eng.° Agr.° Tarciso Mauro Bonachela – MILENIA

Revisão:
Eng.° Agr.° Thaís Santiago – ANDEF

Associação Nacional de Defesa Vegetal
Rua Capitão Antônio Rosa, 376 • 13o andar
CEP 01443-010 • Tel.: (11) 3081-5033 • Fax: (11) 3085-2637
www.andef.com.br • e-mail: andef@andef.com.br

Outubro/2004

1. Tecnologia de aplicação .

Tecnologia consiste na aplicação dos conhecimentos científicos a um determinado processo produtivo. Dessa forma, entende-se como "Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários" o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com o mínimo de contaminação de outras áreas. (MATUO, 2001)

1.1 - Diferença entre pulverização e aplicação

Pulverização: processo físico-mecânico de transformação de uma substância líquida em partículas ou gotas.

Aplicação: Deposição de gotas sobre um alvo desejado, com tamanho e densidade adequadas ao objetivo proposto.

1.2 - Diferença entre regular e calibrar o equipamento

Regular: ajustar os componentes da máquina às características da cultura e produtos a serem utilizados. Ex.: Ajuste da velocidade, tipos de pontas, espaçamento entre bicos, altura da barra etc.

Calibrar: verificar a vazão das pontas, determinar o volume de aplicação e a quantidade de produto a ser colocada no tanque.

É muito comum os aplicadores ignorarem a regulagem e realizarem apenas a calibração, o que pode provocar perdas significativas de tempo e de produto.

1.3 - Interação entre o produto e o pulverizador

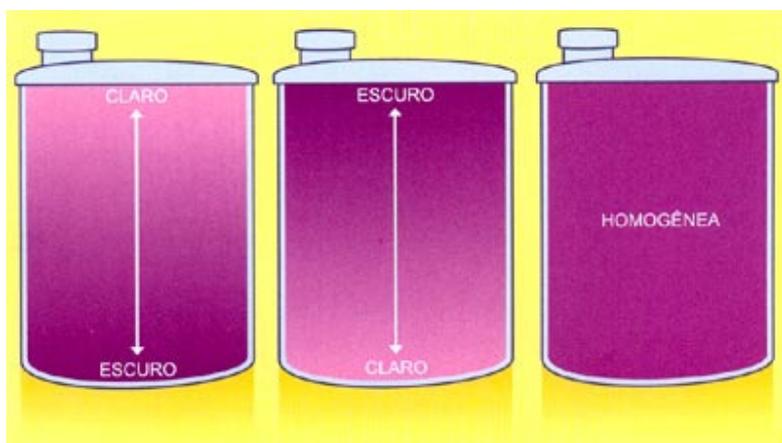
Quando se pensa em pulverização, deve-se ter em mente que fatores como o alvo a ser atingido, as características do produto utilizado, a máquina, o momento da aplicação e as condições ambientais não estarão agindo de forma isolada. A interação destes fatores é a responsável direta pela eficácia ou ineficácia do controle.

Qualquer uma destas interações que for desconsiderada, ou equacionada de forma errônea, poderá ser a responsável pelo insucesso da operação. Consideramos aqui a interação produto x pulverizador, por ser uma das que mais freqüentemente causam problemas no campo.

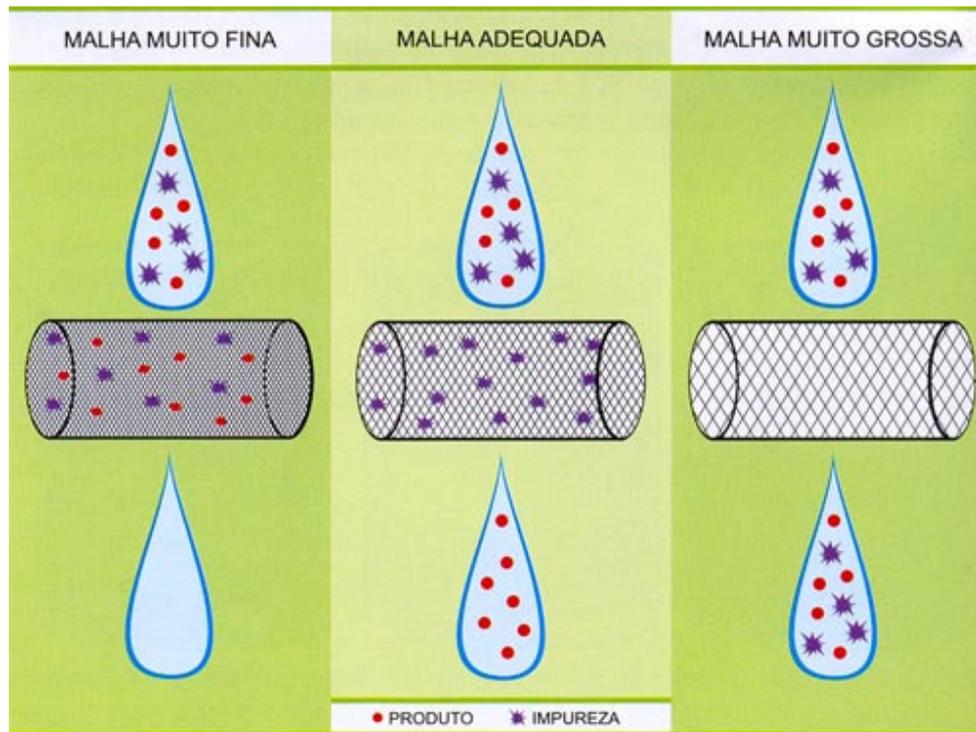
a) Importância da agitação da calda

O primeiro passo na regulagem de qualquer pulverizador é saber se o sistema de agitadores funciona adequadamente. No caso dos pulverizadores tratorizados, a tomada de potência (TDP) é que aciona a bomba e o sistema de agitação mecânico. Deve-se trabalhar com uma rotação de 540 rpm na tomada de potência (TDP), por ser esta a rotação para o qual o sistema normalmente é dimensionado.

Caso seja selecionada uma rotação do motor inferior à especificada para proporcionar 540 rpm na TDP, interferências negativas sobre o sistema de agitação poderão ser observadas, em função da redução no número de revoluções da hélice (agitador mecânico) ou da quantidade de calda devolvida ao tanque pelo retorno (agitação hidráulica). Ambas as reduções podem interferir diretamente na eficácia dos produtos fitossanitários utilizados, principalmente em função da sua formulação. Formulações pó-molhável (PM) ou suspensão concentrada (SC), por possuírem partículas sólidas em suspensão, tendem a se depositar no fundo do pulverizador em condições de agitação ineficiente.

Formulações concentrado emulsionável (CE), cujo princípio ativo é um líquido não solúvel em água (óleo por exemplo), tendem a migrar para a superfície nestas mesmas condições. Isso faz com que, no início da aplicação, a concentração de produtos seja superior (PM ou SC) ou inferior (CE) à do final, ocasionando uma má distribuição mesmo quando a dose por área está adequada.

b) Importância de usar os filtros corretos

Formulações pó-molhável (PM) ou suspensão concentrada (SC), por possuírem partículas sólidas em suspensão na calda, podem apresentar problemas quando o pulverizador for equipado com filtros malha 80 (80 aberturas em 1 polegada linear) ou superior, uma vez que o diâmetro das partículas de pó poderá ser superior ao da abertura de peneiras muito finas. Isso faz com que uma grande quantidade de produto seja retida pelo filtro, formando uma pasta que o bloqueia com freqüência, obrigando o operador a realizar limpezas constantes; reduzindo o período útil de trabalho e elevando o risco de contaminação do aplicador. Dessa forma, na aplicação de suspensões, filtros de malha fina, bem como pontas de
pulverização que exijam a utilização de tais malhas, não devem ser empregados, devendo-se optar por malhas 50, ou mesmo menores, quando possível. Deve-se destacar que as formulações vem se desenvolvendo muito, o que tem permitido que alguns pós permaneçam em suspensão por até 24 horas. Tais pós podem não apresentar problemas com malha 80, entretanto, ainda são exceção.

Na mistura de tanque de suspensões (PM ou SC) com adjuvantes oleosos, este problema pode ser potencializado pela coalizão de duas ou mais partículas de pó em uma de óleo.

1.4 - Volume de pulverização a ser utilizado

O volume de pulverização a ser utilizado será **sempre conseqüência** da aplicação eficaz e **nunca uma condição pré-estabelecida**, pois depende de fatores tais como: o alvo desejado, o tipo de ponta utilizado, as condições climáticas, a arquitetura da planta e o tipo de produto a ser aplicado.

Portanto, não existe um valor pré-definido para volume de calda apenas em função do produto. O importante é colocar o produto de forma correta no alvo com o mínimo de desperdício e contaminação do ambiente. Por razões de economia, deve-se aumentar a capacidade operacional dos pulverizadores, procurando trabalhar com o menor consumo de líquido por hectare.

1.5 - Tamanho das gotas

Uma ponta de pulverização não produz um único tamanho de gota. Dessa forma, o tamanho utilizado na classificação da pulverização (fina, média ou grossa), será o diâmetro da gota que divide o volume pulverizado em duas partes iguais, denominado de Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV).

Numa aplicação correta, o tamanho das gotas é muito importante para se atingir o alvo desejado.

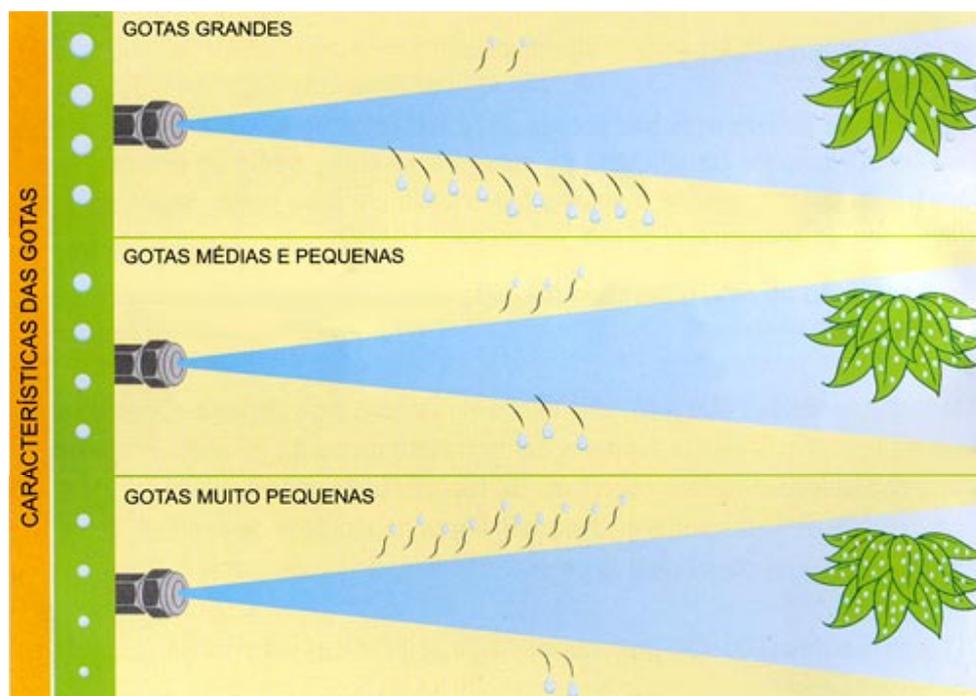
a) Gotas grandes (> 400 µm): são menos arrastadas pela deriva e apresentam menores problemas com a evaporação no trajeto da ponta ao alvo. Por outro lado, proporcionam menor cobertura da superfície a ser tratada e concentração de gotas por cm^2, possuem baixa capacidade de penetração na cultura e elevam a possibilidade de escorrimento do produto nas folhas.

b) Gotas médias (200-400 µm): possuem características intermediárias entre as grandes e as pequenas. Se não houver qualquer indicação na bula do produto fitossanitário, deve-se utilizar gotas de tamanho médio, com o objetivo de reduzir a probabilidade de erros na aplicação.

c) Gotas pequenas (<200 µm): são mais arrastadas pela deriva e apresentam grandes problemas com evaporação durante a aplicação. Porém, proporcionam cobertura do alvo e quantidade de gotas por cm² normalmente altas (sob condições climáticas adequadas), possuem também alta capacidade de penetração na cultura e reduzem a possibilidade de escorrimento do produto nas folhas.

Importante: Em toda pulverização, seja ela classificada como fina, média ou grossa, existirão gotas pequenas, médias e grandes, variando-se apenas a proporção entre elas.

1.6 - Pontas de pulverização

Habitualmente o termo "bico de pulverização" é utilizado como sinônimo de "ponta de pulverização", entretanto, correspondem a estruturas diferentes. O bico é composto por todo o conjunto com suas estruturas de fixação na barra (corpo, peneira, ponta e capa), enquanto que ponta corresponde ao componente do bico responsável pela formação das gotas.

Existem diferentes tipos de pontas de pulverização, classificados em função da energia utilizada para a formação das gotas. Entretanto, como os pulverizadores hidráulicos ainda são os equipamentos mais importantes nas aplicações agrícolas, apenas pontas hidráulicas serão aqui abordadas. Nelas, um líquido sob pressão é forçado através de uma pequena abertura, de tal forma que o líquido se espalha, formando uma lâmina que posteriormente se desintegra em gotas de diferentes tamanhos.

As pontas hidráulicas de pulverização para a agricultura têm três funções muito importantes que são:

- Determinar a vazão = função: tamanho do orifício, características do líquido e pressão;
- Distribuição = função: modelo da ponta, característica do líquido e pressão;
- Tamanho de gotas = função: modelo da ponta, características do líquido e pressão.

Existem vários modelos de pontas disponíveis no mercado, sendo que cada uma produz um espectro de tamanho de gotas diferente, bem como larguras e padrões diferentes de deposição. Portanto, é muito importante saber escolher a ponta mais adequada ao trabalho a ser realizado.

Cada modelo de ponta de pulverização apresenta algumas características peculiares que os diferencia. No entanto, todos eles apresentam uma faixa ideal de pressão de trabalho e estão disponíveis com aberturas de diferentes tamanhos.

O tipo e tamanho mais adequados são selecionados em função do produto fitossanitário que se deseja aplicar, da superfície a ser tratada e do volume de calda necessária.

Os principais modelos de pontas de pulverização para bicos hidráulicos são:

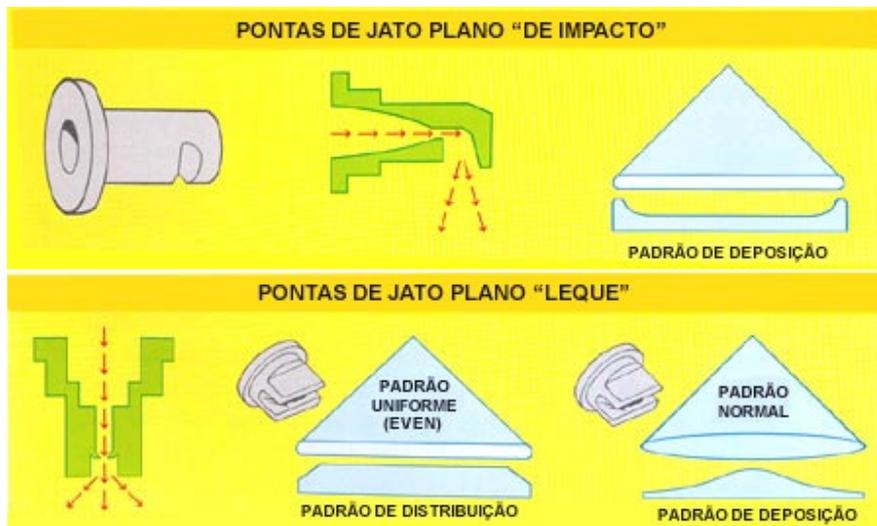
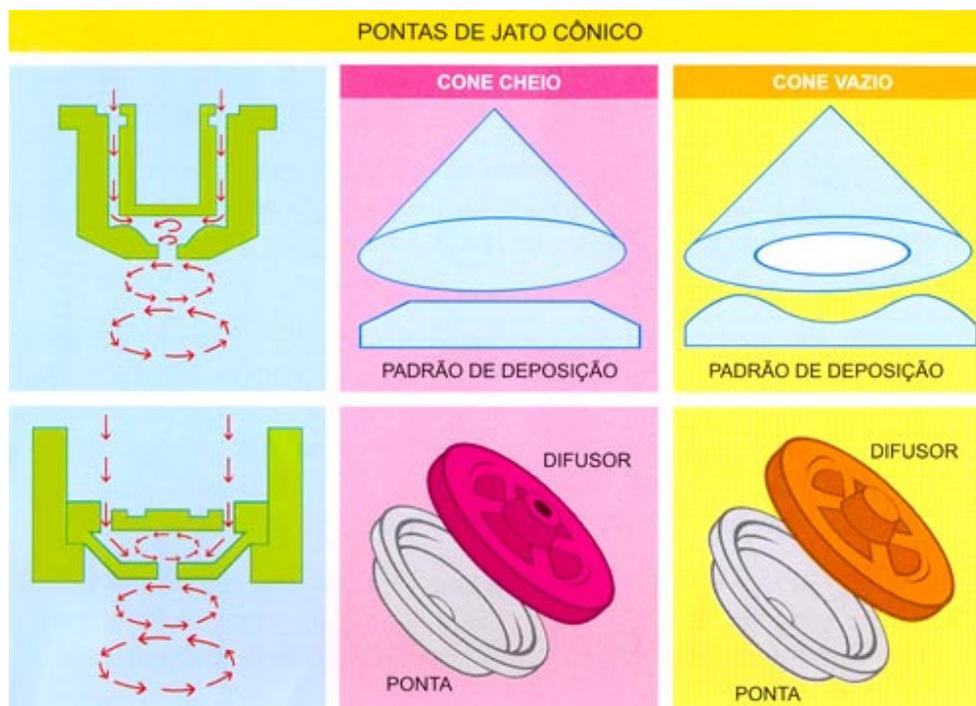
Pontas de jato plano: que podem ser do tipo 'leque' ou 'de impacto', produzem jato em um só plano e o seu uso é mais indicado para alvos planos, como solo, parede ou mesmo culturas como soja etc.

Como a maioria dos herbicidas é aplicada na superfície do solo, ficou arraigada a crença de que ponta de jato plano só serve para aplicação de herbicidas. No entanto, ela também pode ser indicada para aplicação de inseticidas e fungicidas ao solo (e parede, no caso de programas de Saúde Pública) ou culturas de campo, uma vez que, para seleção da ponta, deve-se considerar todos os fatores que qualificam sua função (vazão, distribuição e tamanho de gotas geradas) e o alvo.

As pontas de jato plano 'leque' podem ainda ser subdivididas em:

- padrão: perfil elíptico, ideal para utilização em barras;
- uniforme: para utilização em faixas, sem sobreposição;
- baixa pressão: trabalham a pressões mais baixas que a padrão, produzindo gotas maiores;
- redutora de deriva: possui um pré-orifício especialmente desenhado para proporcionar gotas mais grossas e reduzir o número de gotas pequenas com tendência de deriva;
- injeção de ar: possui uma câmara onde a calda é misturada ao ar succionado por um sistema venturi, proporcionando gotas mais grossas e reduzindo o número de gotas pequenas;

- leque duplo: possui dois orifícios idênticos produzindo um leque voltado 30º para frente e outro 30º para trás em relação à vertical.

Todas estas pontas são produzidas em uma grande variedade de tamanho e ângulos de abertura do leque, embora os de uso mais freqüente sejam os de 80 e 110 graus. As de ângulo maior oferecem um leque maior, mas geralmente produzem gotas menores.

Pontas de jato cônico: são tipicamente compostas por dois componentes denominados de ponta (ou disco) e núcleo (difusor, caracol, espiral ou core).

São mais freqüentemente encontradas como peças separadas, mas também podem ser encontradas incorporadas em uma única peça. O núcleo possui um ou mais orifícios

em ângulo, que fazem com que o líquido ao passar por eles adquira um movimento circular ou espiral. Após tomar esse movimento, o líquido passa através do orifício circular do disco e então se abre em um cone.

Uma grande variedade de taxas de fluxo, de ângulos de deposição e de tamanhos de gotas podem ser obtidos através de várias combinações entre o tamanho do orifício do disco, número e tamanho dos orifícios do núcleo, tamanho da câmara formada entre o disco e o núcleo e a pressão do líquido. Em geral, pressões mais elevadas com orifícios menores no núcleo e maiores no disco proporcionam ângulos de deposição mais amplos e gotas menores.

As pontas do tipo cone podem ser de basicamente dois tipos: "**cone vazio**" e "**cone cheio**".

A deposição no cone vazio se concentra somente na periferia do cone, sendo que no centro praticamente não há gotas. No cone cheio, o núcleo possui também um orifício central, que preenche com gotas o centro do cone, proporcionando um perfil de deposição mais uniforme que o do cone vazio, sendo mais recomendado em pulverizações com barras em tratores.

As pontas de jato cônico são utilizadas na pulverização de alvos irregulares, como por exemplo as folhas de uma cultura, pois como as gotas se aproximam do alvo de diferentes ângulos, proporcionam uma melhor cobertura das superfícies.

Como já foi visto, o tamanho das gotas tem relação direta com a deriva, evaporação e cobertura do alvo. Portanto, escolher a ponta que produza gotas de tamanho adequado ao produto a ser utilizado e ao alvo a ser atingido, é fundamental.

É importante salientar também que, para uma mesma ponta, o tamanho das gotas diminui a medida que a pressão aumenta (por exemplo, qualquer ponta produzirá gotas maiores a 2 bar de pressão do que a 4 bar), e que, para uma mesma pressão e tipo de ponta, o tamanho de gotas aumenta com o diâmetro de abertura da ponta (por exemplo, numa dada pressão, uma ponta com vazão de 0,2 l/min produzirá gotas menores que outra de mesmo modelo com vazão de 0,4 l/min).

Normalmente, os fabricantes de pontas possuem catálogos que informam o tipo de pulverização gerado pelas pontas (muito fina, fina, média, grossa, muito grossa), nas diferentes pressões recomendadas, para permitir a avaliação do grau de risco de deriva e evaporação.

1.7 - Influência das condições climáticas

Durante a aplicação, alguns fatores podem determinar a interrupção da pulverização. Correntes de vento, por exemplo, pode arrastar as gotas numa maior ou menor distância em função de seu tamanho ou peso.

A temperatura e, principalmente, a umidade relativa do ar contribuem para a evaporação rápida das gotas.

As condições limites para uma pulverização são:

- Umidade relativa do ar: mínima de 55%;
- Velocidade do vento: 3 a 10 km/h;

- Temperatura: abaixo de 30º C.

Velocidade do ar aproximadamente na altura do bico	Descrição	Sinais visíveis	Pulverização
Menos que 2 km/h	Calmo	Fumaça sobe verticalmente.	Pulverização não recomendável
2,0 - 3,2 km/h	Quase calmo	A fumaça é inclinada.	Pulverização não recomendável
3,2 - 6,5 km/h	Brisa leve	As folhas oscilam. Sente-se o vento na face.	Ideal para pulverização
6,5 - 9,6 km/h	Vento leve	Folhas e ramos finos em constante movimento.	Evitar pulverização de herbicidas
9,6 - 14,5 km/h	Vento moderado	Movimento de galhos. Poeira e pedaços de papel são levantados.	Impróprio para pulverização

2. Escolha do equipamento de pulverização .

A aplicação eficaz de produtos fitossanitários começa na seleção de um equipamento de qualidade e adequado às condições da cultura (tamanho da área, espaçamento de plantio, topografia, distância do ponto de reabastecimento etc.), que proporcione o máximo rendimento ao menor custo. Assim, saber identificar tal equipamento também é um passo muito importante.

2.1 - Pulverizador costal manual

Quando da escolha do pulverizador costal manual a ser utilizado, deve-se fazer opção dentre os vários tipos oferecidos pelos fabricantes de pulverizadores. Além do custo a ser considerado, algumas boas características desses pulverizadores também devem ser levadas em conta, tais como:

1. Alças - as alças devem ser largas (> 5 cm) para que o peso do pulverizador se distribua de forma confortável sobre os ombros. Necessitam estar firmemente presas a ambos os extremos do pulverizador e ser facilmente ajustáveis, sem a necessidade de retirar o equipamento das costas do operador. As presilhas que ligam as alças ao tanque não devem estar presas com rebite, pois enfraquecem o tanque e podem ser uma fonte para vazamentos com o desgaste. As alças feitas de material absorvente, tais como lona ou couro, devem ser evitadas, pois não podem
ser facilmente limpas. Assim, os materiais não absorventes como plástico e nylon são os mais apropriados.

2. Tanque - Tanques de polipropileno moldados por sopro são melhores que os moldados por injeção, pois são menos propensos a trincar devido à queda brusca, tal como queda do pulverizador. O desenho do tanque deve permitir que ele se esvazie

por completo para evitar sobras de produto fitossanitário no mesmo ou na bomba, após a limpeza recomendada ter sido realizada.

3. Tampa do tanque - o orifício de abastecimento deve ser largo o suficiente para facilitar a operação sem derramamento. Além disso deverá ser de fácil limpeza, possuir um filtro "fundo-de-cesta", com o respiro da tampa protegido contra vazamento.

4. Alavanca - deve-se colocar o pulverizador às costas, ajustar as alças corretamente e verificar se a posição da alavanca permite um curso completo da bomba, a uma velocidade constante. Se a alavanca puder ser trocada do lado direito para o esquerdo, o pulverizador será mais versátil, adaptando-se aos vários tipos de usuários e permitindo revezamento do braço do operador.

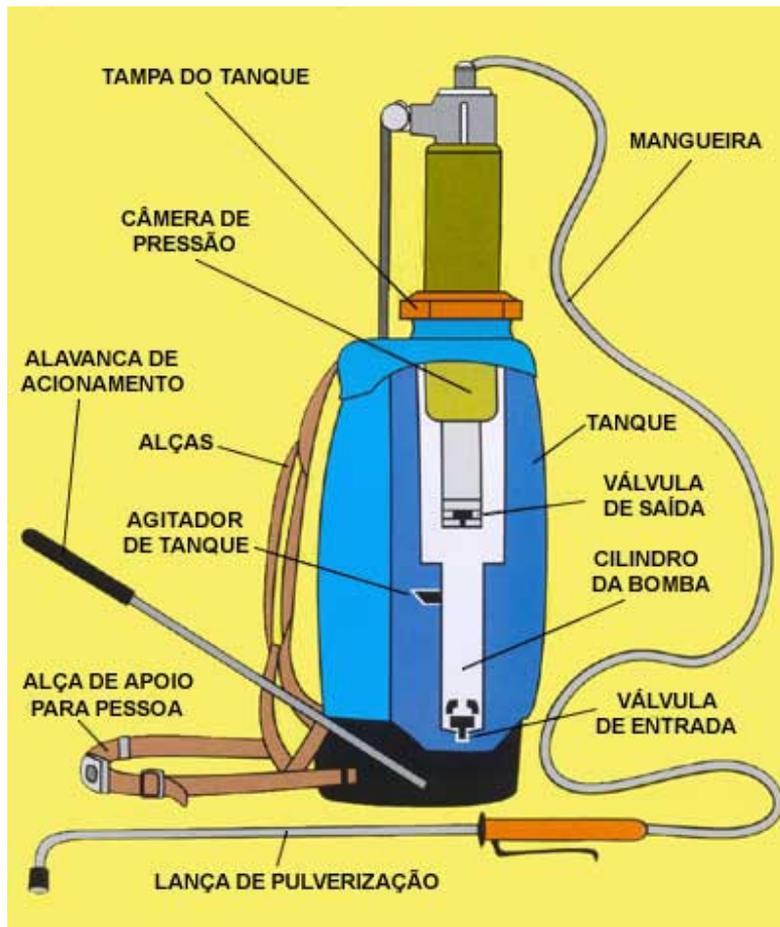
5. Mangueiras - recomenda-se que tenham braçadeiras com parafuso de aperto para fixação nos conectores. O fato das braçadeiras poderem ser facilmente apertadas, evitará vazamentos.

6. Lança - o bico deve ser facilmente trocável. Alguns pulverizadores mais baratos podem possuir o bico fixo, que não pode ser substituído, os quais devem ser evitados. O conjunto de válvula de gatilho deve ser facilmente desmontável.

7. Peso - o peso do pulverizador abastecido deve ser inferior a 25 kg para evitar a sobrecarga do operador. O peso dos pulverizadores com componentes plásticos são geralmente menores que o dos pulverizadores com componentes metálicos. De uma forma geral, o pulverizador deve ser o mais leve possível, sem comprometer a resistência.

8. Confiabilidade/durabilidade - a construção do pulverizador deve ser robusta o suficiente para que, com a rotina de cuidados e manutenção, continue operando eficientemente por um mínimo de três safras. Deve requerer o mínimo de manutenção, de forma fácil e com poucas ferramentas. Uma boa prática é checar com outros usuários de pulverizadores quaisquer problemas que eles possam ter tido.

9. Disponibilidade de peças sobressalentes - é aconselhável ter-se um representante próximo, com uma boa quantidade de peças sobressalentes e acessórios.

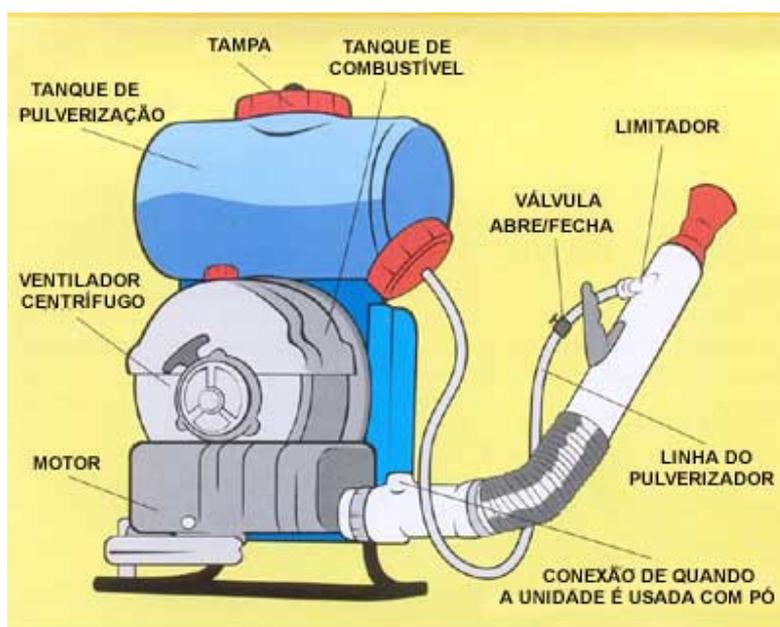
10. Manual de instruções - O pulverizador deve ser acompanhado por manual de instruções adequadamente ilustrado que contemple normas de segurança, lista de componentes e instruções de operação e manutenção. Tais instruções devem ser escritas de forma fácil de serem compreendidas.

2.2 - Pulverizador costal motorizado

Ao pensar na escolha de um pulverizador costal motorizado em vez de um pulverizador acionado manualmente (como no caso do pulverizador costal
acionado por alavanca), os seguintes pontos devem ser considerados:

- Alto custo inicial do pulverizador costal motorizado. O custo adicional não significa que este tipo de pulverizador fará um trabalho melhor em muitas operações.
- Os pulverizadores costais motorizados requerem mais manutenção e serviços regulares do que os pulverizadores manuais e, devido a sua complexidade, há maior probabilidade de apresentarem defeitos.
- A menos que se tenha uma boa razão para escolher o pulverizador costal motorizado (como por exemplo, para obter cobertura em plantações altas ou em campos de plantações onde é difícil de se caminhar e, portanto, é vantajoso ter-se um jato horizontal de maior alcance conseguido através do pulverizador costal motorizado), o pulverizador bombeado manualmente, normalmente pode oferecer uma cobertura mais uniforme.
- Os pulverizadores costais motorizados produzem uma proporção relativamente alta de gotas pequenas e, portanto, geralmente não são apropriados para herbicidas. Deve-se tomar cuidado, com todos os produtos, para evitar o risco de inalação.

- Os pulverizadores costais motorizados são muito mais pesados do que os pulverizadores manuais e, portanto, são mais desconfortáveis e cansativos de se usar por longos períodos. Além disso, há o risco de lesão aos ouvidos, a menos que se use protetor auricular.

Após decidir sobre a necessidade de um "pulverizador costal motorizado" para fazer esse tipo de trabalho, algumas considerações e características devem ser levadas em conta:

- Tamanho do motor - a capacidade mais elevada do motor (60-70 cc) só deve ser escolhida se houver necessidade de jato alto, na vertical; por exemplo, em uma copa de árvore. Os motores menores (35 cc) geralmente são adequados para a maioria dos tipos de plantação e são mais leves.
- Aplicação de volume ultrabaixo - nem todos os "pulverizadores costais motorizados" estão equipados com restritores, permitindo taxas de fluxo maiores; portanto, se houver intenção de se pulverizar volume ultrabaixo, esteja seguro de que o pulverizador escolhido é capaz de fazê-lo.
- Controle de fluxo - o tipo de controle da taxa de fluxo com restritores intercambiáveis, quando comparado ao do tipo 'torneira', significa que haverá menor probabilidade da taxa de fluxo ser inadequadamente ajustada ou alterada por um operador inexperiente.
- O "pulverizador costal motorizado" que pode ser facilmente adaptado para distribuir pós, grânulos e líquidos; é um pulverizador bem mais versátil.
- O "pulverizador costal motorizado" que possui a proporção da mistura de óleo/gasolina gravado no tanque de combustível ou na tampa, oferece menor chance de erro se manuseado por um operador inexperiente.
- O escapamento do motor deve ter uma proteção para evitar queimadura acidental ao ligar e desligar o pulverizador.
- As alças devem ser de tal forma a permitir que o "pulverizador costal motorizado" seja removido no caso de incêndio no motor.
- As velas de ignição devem ter fácil acesso para verificações regulares.
- Peças sobressalentes e requisições de serviços devem estar prontamente disponíveis, bem como conselhos úteis, se necessário.

2.3 - Pulverizador tratorizado com mangueira e pistola de pulverização

Para se avaliar a qualidade de pulverizadores tracionados ou montados nos tratores, as seguintes características devem ser observadas:

- Sistema de acoplamento - o sistema de acoplamento do pulverizador ao trator deve ser seguro.

- Segurança do equipamento - o pulverizador deve apresentar algumas características que, apesar de não ligadas diretamente à qualidade da aplicação, estão diretamente ligadas à segurança do trabalhador:

  - Os pontos de potencial perigo, que possam causar danos físicos ao operador, devem ser protegidos ou conter avisos claros e apropriados de advertência. Como exemplo, todos os pontos de transmissão, tais como cardans e polias, devem estar adequadamente protegidos de forma que as partes móveis não estejam expostas.

  - Todos apoios de mãos, alças, manivelas etc, devem estar a pelo menos 30 cm de qualquer articulação.

  - Deve-se evitar equipamentos que possuam superfícies ásperas ou depressões acentuadas, de forma a prevenir a retenção de produto e permitir uma adequada limpeza tanto por fora quanto por dentro.

  - Deve-se evitar equipamentos que possuam bordos agudos, áreas abrasivas ou projeções desnecessárias que possam causar ferimentos.

  - Qualquer ajuste, manutenção de rotina, drenagem ou limpeza do pulverizador deve ser possível sem a necessidade de ferramentas especiais (desenhadas especificamente para aquela finalidade).

  - Os filtros devem ser facilmente acessíveis para limpeza e manutenção.

  - O pulverizador não deve apresentar vazamentos nas condições de trabalho, dentro das pressões e vazões recomendadas.

- Sistema de abastecimento - o pulverizador deve, de preferência, estar acoplado a um sistema de abastecimento fechado. Entretanto, quando o abastecimento de água e produto químico for feito manualmente, deve ser possível ao operador abastecer o tanque a partir do solo ou de uma plataforma construída para esse fim, com área de piso mínima de 0,5 x 0,5 m.

  - As plataformas devem possuir piso antideslizante e ter proteções laterais para minimizar o risco de queda do trabalhador.

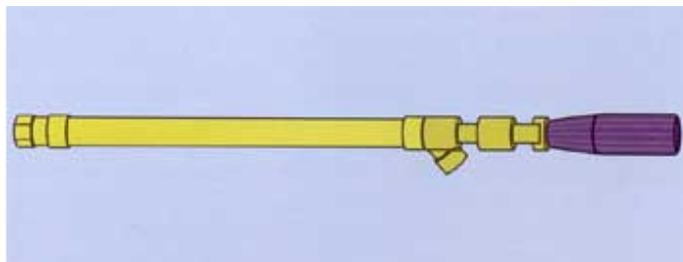
  - As distâncias de alcance para abastecimento não devem ser maiores que 1 m do solo ou da plataforma e a região do abastecimento não deve conter obstruções.

  - O sistema de abastecimento deve permitir que o mesmo seja realizado de forma segura, sem a ocorrência de vazamentos ou respingos

- **Mangueiras** - recomenda-se que as mangueiras acopladas ao pulverizador possuam nitidamente marcada a pressão máxima de trabalho recomendada, a qual deve ser pelo menos 20% superior à máxima pressão da bomba. Devem estar posicionadas de tal forma que, na eventualidade de um escape ou rompimento, se minimize o risco de contaminação do trabalhador. Além disso, devem estar colocadas de modo a não haver dobras acentuadas que possam reduzir seu diâmetro interno efetivo.

  Importante: as mangueiras são normalmente feitas de um elastômero reforçado resistente a agentes químicos. Algumas possuem um recobrimento interno resistente a agentes químicos com uma cobertura externa mais flexível. Mangueiras de má qualidade podem amolecer pelo efeito das altas temperaturas, comuns em climas tropicais e não devem ser utilizadas. Por outro lado, mesmo as mangueiras de boa qualidade se degradam com o tempo pela ação da luz ultravioleta, ou podem descolar-se ou fragilizar-se devido a absorção de produtos fitossanitários ou dos solventes de algumas formulações e, portanto devem ser examinadas regularmente. Algumas formulações de produtos fitossanitários podem causar um engrossamento do elastômero e, mesmo que as mangueiras tenham sido adequadamente lavadas, podem variar seu tamanho original.

- **Lanças de pulverização** - As lanças são a parte extrema do pulverizador e servem de suporte às pontas de pulverização. Elas devem ter pelo menos 50 cm de comprimento e de preferência serem maiores, para emitir o fluxo de calda longe do corpo do operador, minimizando sua contaminação. Alguns fabricantes fornecem uma lança extensível ou mesmo extensores de diversos tamanhos, para possibilitar a pulverização de árvores por exemplo com maior segurança. O extremo da lança pode ser reto ou apresentar diferentes graus de curvatura, com número variável de bicos, cuja função é melhorar o posicionamento do bico para que a maior quantidade do produto fitossanitário seja colocada no alvo. Em outros casos, à extremidade da lança pode-se adicionar pequenas barras ou mesmo algumas estruturas de formas diversas, com número variável de bicos, aumentando conseqüentemente a vazão da lança. Em ambos os casos, deve-se ter cuidado para que a vazão total dos bicos esteja dentro da capacidade da bomba.

- **Pistolas de Pulverização** - as pistolas de pulverização são providas de bicos hidráulicos operados a alta pressão, onde as gotas se formam e são arremessadas em direção à planta.

Estas pistolas são compostas essencialmente de um corpo (de aço, latão ou alumínio), uma manopla ou cabo que através de um processo de rotação consegue variar o jato de pulverização, fazendo com que as gotas cheguem com maior (jato concentrado) ou menor (jato difuso) impacto sobre o alvo, e uma ponta substituível, permitindo variações na vazão e no tamanho das gotas. Os bicos utilizados são um tipo especial

de bico cônico, denominado de "cone variável", onde a distância entre a ponta e uma helicóide (rosca sem fim posicionada no corpo da pistola com a finalidade de dar rotação à calda para proporcionar a formação do cone) pode ser ajustada através da rotação do cabo. Quanto mais próximo está a helicóide da ponta, mais largo é o ângulo de pulverização e menores são as gotas produzidas, por outro lado, a distância atingida pela pulverização é menor, e vice-versa. Este tipo de pulverizador é ainda bastante utilizado para tratamento de pomares novos, onde o espaço entre plantas na linha é significativo, e por pequenos e médios fruticultores, que fazem a opção por ele para não ter que investir em duas máquinas. Alguns autores são da opinião que a aplicação manual, com utilização de pistolas, é a forma que melhor cobre as partes de difícil acesso em culturas arbustivas e arbóreas pois, através de clareiras, o aplicador pode atingir melhor as partes internas, porém, tem a desvantagem de necessitar grande volumes de água para que haja boa cobertura de toda a planta.

2.4 - Pulverizador tratorizado de barras

Para os pulverizadores de barra, utilizam-se os mesmos conceitos de segurança e qualidade discutidos para os pulverizadores de mangueira e pistolas (Item 2.3), no que diz respeito a 'Sistema de acoplamento', 'Segurança do equipamento', 'Sistema de abastecimento' e 'Mangueiras'. Entretanto, aqui, a pulverização é realizada por pontas que se acham posicionadas a distâncias uniformes em uma barra, fixadas por diferentes sistemas. Entre as características comuns às barras de aplicação pode-se citar:

- A grande maioria é montada na parte traseira do trator. Em alguns casos, como na aplicação de herbicidas em faixas, a barra pode ser montada no meio ou na frente para possibilitar o fácil posicionamento dos bicos em relação às linhas de cultura.

- As barras com até 12 metros são geralmente fixadas diretamente no quadro do pulverizador. As acima de 17 metros são dotadas de sistemas pendulares, amortecimento e suportes elásticos. Tais sistemas tornam a barra independente da estrutura do trator, fazendo com que as oscilações deste não sejam transmitidas diretamente à barra, sendo absorvidas pelo sistema de suspensão. Eles também procuram manter a barra paralela ao solo, o que faz com que em terrenos inclinados, o paralelismo precise ser corrigido através de cilindros hidráulicos. Qualquer que seja o sistema de fixação, ele não deve permitir um movimento horizontal na ponta da barra superior a 20 mm por metro de barra, sem distorcer a estrutura da mesma.

- Normalmente compreendem 3 ou mais seções e partes adjacentes, as quais podem ser dobradas para dentro ou para cima quando não em uso. Os movimentos de dobra e desdobra das barras podem ser feitos manualmente ou, em pulverizadores mais sofisticados, controlados através de um sistema hidráulico. Entretanto, quando dobradas para transporte, as seções da barra não devem obstruir o acesso do operador às posições de operação ou abastecimento e tampouco colocar as pontas de pulverização sobre a rota de acesso a estas
- posições, a menos que se instale mecanismos de proteção para evitar que o líquido pulverizado goteje sobre o trabalhador.

- Possuem um sistema de ajuste da altura de trabalho, possibilitando a regulagem desta para os diversos estágios de desenvolvimento da cultura.

- São normalmente equipadas com um mecanismo de destravamento que permite que a barra, ao bater em qualquer obstáculo, dobre-se para trás, para prevenir danos à mesma, retornando posteriormente à posição original.

- Quando o líquido flui através de um tubo, que é parte integrante da barra, esta é denominada de "barra úmida". Na "barra seca" o líquido é administrado independentemente da barra, geralmente através de mangueiras apropriadas.

Podem ser encontrados hoje no mercado pulverizadores com barras assistidas por ar. Eles possuem um grande ventilador montado atrás do tanque o qual supre de ar um cone ou um saco de ar montado ao longo da barra sobre os bicos. Uma série de aberturas, que podem possuir diferentes formatos conforme o fabricante, direcionam o fluxo de ar em direção à cultura. Desta forma, espera-se que o fluxo de ar empurre as gotas até a cultura com maior energia e melhore a deposição criando turbulência dentro da planta. Se a assistência do ar é utilizada quando existe relativamente pouca folhagem, o ar reflete no solo e pode ocasionar uma maior deriva por vento. No entanto, em cultivos suficientemente crescidos, a assistência do ar poderá incrementar a deposição pois permitirá a utilização de gotas mais finas, aplicadas com um menor volume de calda e menor risco de deriva.

2.5 - Turbopulverizador

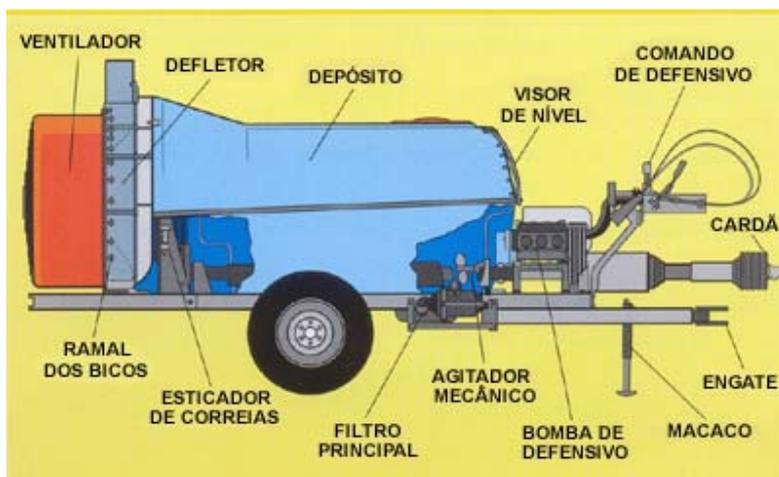
Os turbopulverizadores são pulverizadores, montados ou tracionados, os quais geram uma corrente de ar para transportar, direcionar e auxiliar no impacto das gotas produzidas por bicos hidráulicos. São utilizados em culturas arbóreas, uma vez que estas culturas freqüentemente têm copas grandes e densas, com formas variando na estrutura e enfolhamento durante as estações do ano. Isso faz com que uma energia adicional deva ser adicionada à pulverização para assegurar uma cobertura dentro e na superfície do alvo; razão pela qual se utiliza da assistência do ar.

Assim como para os pulverizadores de barra, os turbopulverizadores também utilizam os mesmos conceitos de segurança e qualidade discutidos para os pulverizadores de mangueira e pistolas (Item 2.3), no que diz respeito a 'Sistema de acoplamento', 'Segurança do equipamento', 'Sistema de abastecimento' e 'Mangueiras'. Entretanto, algumas características lhes são peculiares.

Os bicos na barra de pulverização se acham posicionados em distâncias uniformes, fixados por diferentes sistemas. O formato, normalmente em arco, e o comprimento da barra variam conforme o modelo do pulverizador mas, em todos eles, é posicionada na saída do ventilador.

Os turbopulverizadores caracterizam-se por possuir um ou mais ventiladores, cuja função é produzir o fluxo de ar que irá transportar as gotas dos bicos até o alvo. A energia para a movimentação dos ventiladores pode ser fornecida ou pela TDP ou por um motor próprio do pulverizador. Quando a energia é fornecida pela TDP, o eixo cardan é normalmente ligado a outro eixo que movimenta uma caixa de engrenagens ligada ao ventilador, através de uma série de correias em "V". Algumas opções de polia podem ser fornecidas pelo fabricante visando alterar a velocidade do ventilador e conseqüentemente o volume de ar gerado. Em qualquer situação, é importante se observar que o sistema ventilador-bomba pode consumir uma grande quantidade de potência do trator para seu acionamento, sendo muito importante portanto uma correta adequação do mesmo.

Todo ventilador é dotado de um dispositivo desligador do ventilador, para ser utilizado durante o abastecimento, agitação da calda durante o trabalho e também na utilização do equipamento para aplicação com o uso de lanças. A finalidade deste dispositivo é reduzir o consumo de potência em qualquer das situações citadas.

No Brasil, dois principais tipos de ventiladores são utilizados: de fluxo axial e radial. Nos ventiladores de fluxo axial, o ventilador move o ar paralelamente ao eixo do ventilador e, com o auxílio de defletores, expele o ar na forma de um leque perpendicular à direção de caminhamento da máquina, passando pela barra de bicos em direção ao alvo. Os ventiladores de fluxo axial movimentam grande volume de ar a baixa pressão e baixa velocidade. O fato de girar o ar 90º reduz consideravelmente a sua eficiência. Em alguns turbopulverizadores, as pás do ventilador podem ser ajustadas para alterar o fluxo de ar. Os defletores podem ser de simples escoamento ou de duplo escoamento. Os defletores simples em geral
apresentam maior concentração de ar nas partes baixas, causada pelo fechamento da boca de saída na parte inferior do defletor. Nos defletores duplos, o ar da parte inferior do ventilador é desviado, criando um escoamento de ar complementar que reforça a parte superior do jato. Esse defletor é utilizado quando se necessita atingir o ponteiro de plantas altas. Nos ventiladores de fluxo radial, as hélices do ventilador impulsionam o ar diretamente em direção ao alvo, passando pela barra de bicos. Este tipo de ventilador é capaz de movimentar o ar a grandes velocidades, no entanto, a velocidade do ar ao longo da cortina formada é bastante desuniforme. É menos comum em turbopulverizadores que o axial.

2.6 - Pulverização com aeronave

O avião agrícola nada mais é que uma máquina aplicadora como qualquer outra, porém apresenta particularidades, não apenas por ser uma máquina que voa, mas pelas características dinâmicas que conferem ao sistema de aplicação. Segundo Cunha (2000), as características consideradas desejáveis em um avião agrícola, devem ser:

- Grande capacidade de carga paga, o que requer motor de grande potência, fuselagem aerodinamicamente "limpa" e redução do peso do avião vazio;

- Ser capaz de decolar, atingindo 16 metros de altura, a partir de pistas semielaboradas, consumindo não mais de 400 metros de distância ao nível do mar;

- Velocidade de cruzeiro em torno de 160 km/h (100 mph), combinada com baixa velocidade de STOL (65 - 100 km/h) - velocidade de mínima sustentação;

- Boa estabilidade e manobrabilidade, especialmente em curvas, e com sistema de comando de equipamento agrícola que requeira pouco esforço do piloto, de forma a reduzir fadiga;

- Visibilidade o mais irrestrita possível, para frente e para trás, bem como visibilidade lateral, especialmente nas curvas;

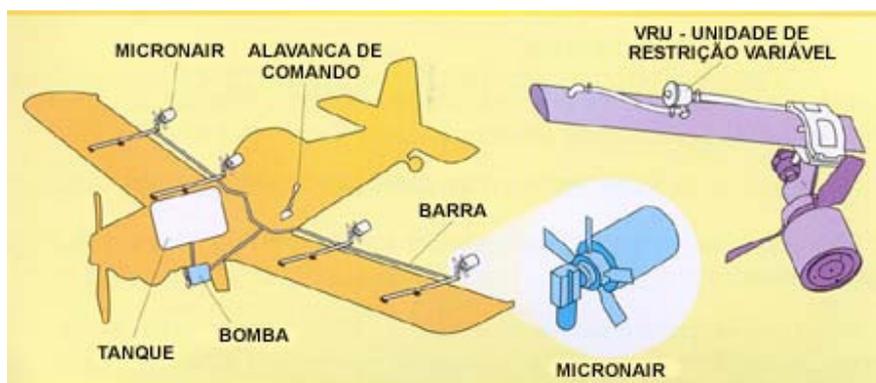
- Para proteção, em caso de acidentes, é considerado essencial que o motor e o tanque de produtos agrícolas possam estar colocados à frente da cabine, e que haja uma estrutura especial da fuselagem, forte o suficiente para proteger o piloto de danos físicos, mesmo quando houver "pilotagem" do avião;

- Inclui-se em outros itens de segurança obrigatórios, controles e comandos simples, de fácil identificação manual, ausência de protuberâncias, saliências e alavancas pontiagudas; suspensórios de segurança, retráteis e com fixação segura na fuselagem do avião;

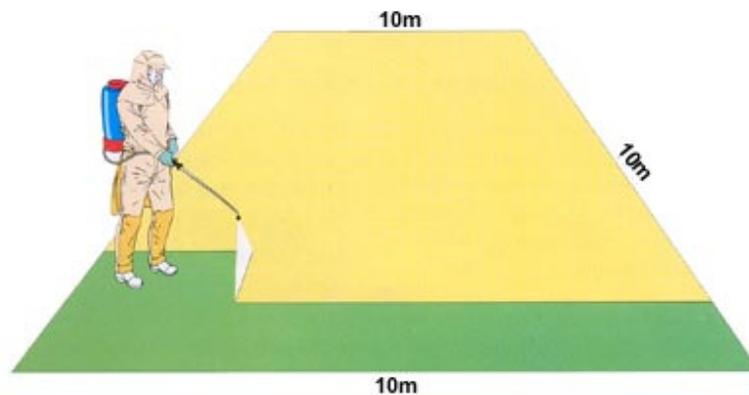
- Cabine vedada, impedindo a penetração de gases e vapores dos produtos aplicados;

- Possibilidade do abastecimento com produtos líquidos por meio de tubulações a partir do fundo do tanque. Produtos sólidos podem ser colocados pela abertura superior do tanque de produtos, sendo que neste caso, a abertura deve ser de grandes dimensões;

- O revestimento da fuselagem do avião deve permitir fácil e rápida inspeção da estrutura, motor e equipamento agrícola, bem como, fácil e rápida limpeza e lavagem de todo o avião, interna e externamente.

- O projeto e construção devem visar a facilidade de manutenção e os materiais utilizados devem ser resistentes à corrosão, típica do uso.

3. Aplicação com pulverizadores costais

3.1 - Calibração do pulverizador costal (manual)

1. Demarque uma área de 10 m x 10 m (100 m2) na cultura.

2. Abasteça o pulverizador somente com água e marque o nível no tanque.

3. Coloque o pulverizador nas costas e ajuste as alças.

4. Pulverize a área marcada a uma velocidade confortável e que seja sustentável nas condições normais da área que será pulverizada (subida, descida, evitando obstáculos etc.) no período de trabalho normal.

5. Retire o pulverizador das costas.

6. Meça a quantidade de água necessária para reabastecer o tanque do pulverizador até a marca feita anteriormente, com recipiente graduado.

7. Repita essa operação por mais duas vezes e calcule a média do gasto de água.

8. Para determinar o volume de aplicação em 1 hectare, multiplique por 100 o volume aplicado em 100 m2.

9. Leia a bula do produto para verificar se este volume está dentro dos limites recomendados. Se o volume obtido for superior ou inferior a 10% do volume recomendado na bula, mude a ponta para uma de vazão maior ou menor, conforme o caso. Caso haja necessidade da troca das pontas, o procedimento de calibração deve ser repetido.

- Nos casos onde a dosagem do produto é recomendada em concentração (ex: 150 mL/100 L de água), o volume adequado pode ser visualizado através do início do escorrimento da calda, no caso de folhagens, ou da obtenção da concentração de gotas desejada.

10. Calcule o número de tanques que serão gastos em um hectare, dividindo a quantidade de água gasta por hectare pelo volume do tanque do pulverizador.

11. Leia a bula do produto para identificar a dosagem recomendada.

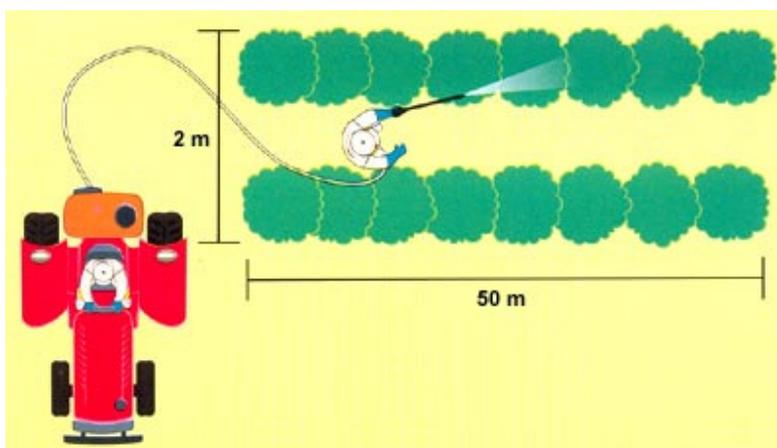
- Se a dosagem estiver recomendada por hectare (ex: 2,0 L/ha), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função do número de tanques por hectare. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 20 L e a taxa de aplicação de 200 L/ha, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será (20 ÷ 200) x 2,0 = 0,2 litros de produto por tanque.

- Se a dosagem estiver recomendada em concentração (ex: 150 mL/100 L de água), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função da capacidade do tanque. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 20 L, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será (20 ÷ 100) x 150 = 30 mL de produto por tanque.

Observação: como alternativa, pode-se determinar o tempo gasto para pulverizar 100 m². Posteriormente, com o pulverizador parado e o auxílio de um recipiente graduado, determina-se o volume pulverizado no tempo cronometrado.

4. Aplicação com pulverizadores tratorizados

4.1 - Calibração do pulverizador tratorizado com mangueiras

1. Meça a faixa de pulverização, que será normalmente igual ao espaçamento de plantio dividido pelo número de vezes que o aplicador entra em uma mesma rua. (ex: 4 m entre ruas /2 vezes por rua = 2 m de faixa).

- Em canteiros, a faixa de aplicação será igual a largura do canteiro multiplicada pelo número de canteiros pulverizados simultaneamente.

2. Abasteça o pulverizador somente com água.

3. Calcule quantos metros precisam ser pulverizados para cobrir 100 m2 através da divisão de 100 pela faixa de pulverização medida.

4. Determine o tempo em segundos necessário para pulverizar sobre a distância calculada, a uma velocidade confortável e que seja sustentável nas condições normais da área que será pulverizada (subida, descida, evitando obstáculos etc.) no período de trabalho normal.

5. Repita essa operação por mais duas vezes e calcule o tempo médio.

6. Com o operador parado, funcione o pulverizador e colete o volume pulverizado dentro de um recipiente qualquer (como por exemplo um saco de adubo ou de lixo) durante o tempo determinado.

7. Meça o volume pulverizado em uma caneca graduada.

8. Repita essa operação por mais duas vezes e calcule a média do gasto de água.

9. Para determinar o volume de aplicação em 1 hectare, multiplique por 100 o volume aplicado em 100 m2.

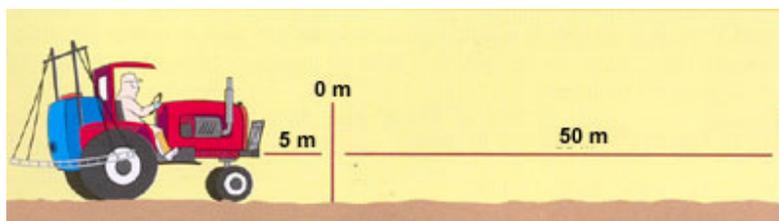
10. Leia a bula do produto para verificar se este volume está dentro dos limites recomendados. Se o volume obtido for superior ou inferior a 10% do volume recomendado na bula, mude a ponta para uma de vazão maior ou menor, conforme o caso. Caso haja necessidade da troca das pontas, o procedimento de calibração deve ser repetido.

- Nos casos onde a dosagem do produto é recomendada em concentração (ex: 150 mL/100 L de água), o volume adequado pode ser visualizado através do início do escorrimento da calda, no caso de folhagens, ou da obtenção da concentração de gotas desejada.

11. Leia a bula do produto para identificar a dosagem recomendada.

- Se a dosagem estiver recomendada por hectare. (ex: 2,5 L/ha), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função do volume pulverizado. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 200 L e a taxa de aplicação de 500 L/ha, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será (200 ÷ 500) x 2,5 = 1,0 litro de produto por tanque.

- Se a dosagem estiver recomendada em concentração (ex: 150 mL/100 L de água), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função da capacidade do tanque. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 200 L, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será (200 ÷ 100) x 150 = 300 mL de produto por tanque.

4.2 - Calibração do pulverizador tratorizado de barras

1. Selecione a altura de trabalho da barra em função da distância e do tipo de pontas que equipam a barra.

- O tipo de ponta de pulverização em função do alvo, do tipo e modo de ação do produto fitossanitário, foi selecionado na fase de regulagem.

2. Abasteça o pulverizador somente com água.

3. Marque 50 metros no terreno a ser tratado.

4. Identifique no trator a rotação necessária no motor para proporcionar 540 rpm na TDP (tomada de potência) e acelere o motor até esta rotação.

5. Selecione a marcha que proporcione a velocidade adequada às condições de operação na área a ser tratada.

6. Ligue a tomada de potência (TDP).

7. Anote o tempo (T) necessário para o trator, na marcha e rotação selecionadas, percorrer os 50 metros. (Em terrenos de topografia irregular, repita a operação várias vezes e tire a média).

- Inicie o movimento do trator no mínimo 5 metros antes do ponto marcado.

8. Afrouxe totalmente a válvula reguladora de pressão.

9. Com o trator parado, na rotação selecionada, abra as válvulas de fluxo para as barras e regule a pressão de acordo com a recomendada para as pontas que estão sendo utilizadas. Caso não se conheça a faixa de pressão recomendada, o seguinte padrão pode ser utilizado:

- pontas tipo cone: de 45 a 200 psi
- pontas tipo leque: de 30 a 60 psi

10. Faça uma breve checagem visual do padrão de pulverização das pontas e do seu alinhamento.

11. Colete o volume (V) pulverizado por um bico durante o tempo necessário para o trator percorrer os 50 metros.

- Se durante a regulagem, a vazão de todas as pontas de pulverização foi checada e o padrão de deposição foi verificado, a coleta poderá ser realizada em apenas alguns bicos. Porém, se não foi feita anteriormente, a determinação do volume aplicado deve ser feita em todos os bicos.

12. A taxa de aplicação (Q), em litros por ha, pode então ser determinada de duas maneiras:

- Caso se disponha de um copo calibrador, efetue a leitura diretamente na coluna correspondente ao espaçamento entre bicos utilizado.

- Caso não se disponha do copo calibrador, pode-se utilizar qualquer caneca graduada. Neste caso a taxa de aplicação pode ser calculada pela seguinte fórmula: Q = 400 x V x fc. Onde o volume deve estar em litros e fc = 50 / espaçamento entre bicos na barra em cm.

13. Repita essa operação em vários bicos para obter moda. (Moda é o número mais freqüente no conjunto)

- Se as vazões obtidas forem 10% maior que a de uma ponta nova para uma pressão, o conjunto de pontas deve ser substituído. Caso isso não aconteça e apenas algumas pontas (2 ou 3 em cada 10) fogem desse padrão, deve-se substituir as pontas cuja vazão foge da moda pontas por novas do mesmo modelo e vazão. Para fins práticos, pode-se adotar um desvio de 10% entre a vazão máxima e mínima do conjunto.

14. Leia a bula do produto para verificar se esta taxa de aplicação está dentro dos limites recomendados. Caso não esteja, pequenos ajustes podem ser realizados variando-se a pressão ou a velocidade do trator, porém, para ajustes maiores, recomenda-se a troca das pontas de pulverização para pontas de vazões maiores ou menores, conforme a necessidade.

- As alterações na velocidade do trator devem ser realizadas sempre pela alteração da marcha e NUNCA pela alteração na rotação do motor (mantenha 540 rpm na TDP).

15. Leia a bula do produto para identificar a dosagem recomendada

- Se a dosagem estiver recomendada por hectare (ex: 2,0 L/ha), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função da taxa de aplicação. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 600 L e a taxa de aplicação de 400 L/ha, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será (600 ÷ 400) x 2,0 = 3,0 litros de produto por tanque.

- Se a dosagem estiver recomendada em concentração (ex: 200 mL/ 100 L de água), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função da capacidade do tanque. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 600 L, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será (600 ÷ 100) x 0,20 = 1,20 litros de produto por tanque.

4.3 - Calibração do turbopulverizador

Existem duas formas de se expressar a quantidade de calda a ser aplicada quando se pensa na utilização de turbopulverizadores, em litros/planta ou litros/ha.

Quando a quantidade de calda é expressa em litros/planta, o seguinte método pode ser utilizado:

1. Abasteça o pulverizador somente com água e marque o nível no tanque.

2. Marque 100 covas para culturas de porte baixo (ex: café) ou 10 para culturas de porte alto (ex: citros) no terreno a ser tratado.

3. Identifique no trator a rotação necessária no motor para proporcionar 540 rpm na TDP (tomada de potência) e acelere o motor até esta rotação.

4. Selecione a marcha que proporcione a velocidade adequada às condições de operação na área a ser tratada.

   - A velocidade de deslocamento do pulverizador deve proporcionar tempo suficiente ao ar e a calda pulverizada para que penetrem adequadamente na copa. Assim, o ar expelido pelo pulverizador deve ser ajustado para proporcionar a penetração necessária na copa sem no entanto carregar um excesso da calda para além do topo ou para o outro lado das árvores, onde ela seria desperdiçada. Em geral, ventiladores grandes e ruas estreitas permitem o uso de velocidades de deslocamento maiores.

   - O centro da árvore é a parte mais difícil de se penetrar, e a cobertura aí obtida deve ser avaliada como parte do processo de calibração.

5. Ligue a tomada de potência (TDP).

6. Acelere o motor até a rotação correspondente a 540 rpm na TDP.

7. Ajuste os defletores e o direcionamento dos bicos.

   - Quando o pulverizador for equipado com defletores de ar, estes devem ser ajustados na parte superior e inferior da saída do ventilador, em ambos os lados, de forma a confinar a cortina de ar à cultura alvo e evitar que a calda pulverizada caia no chão ou seja arrastada pelo vento para além das árvores. Um certo cuidado é necessário ao ajustar os defletores, visto que um incorreto posicionamento dos mesmos pode fazer com que interceptem a calda resultando em escorrimentos.

   - Pode ser também necessário ajustar o posicionamento dos bicos para que propiciem uma correta distribuição da calda dentro da copa. Bicos que estejam pulverizando sobre o topo do alvo devem ser fechados.

8. Pulverize nas covas marcadas.

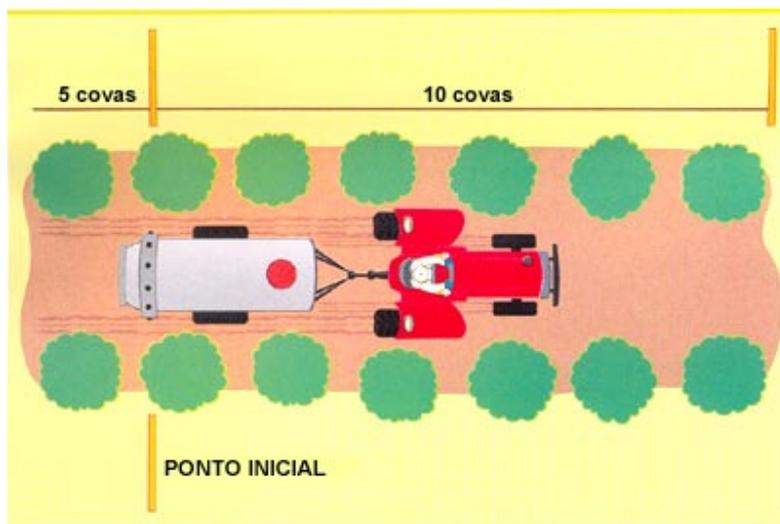
   - Inicie o movimento do trator no mínimo 5 metros antes do ponto marcado.

9. Meça a quantidade de água necessária para reabastecer o tanque do pulverizador até a marca feita anteriormente. Para medidas precisas, o
pulverizador deve estar na mesma posição antes e depois da operação.

10. Para obter o volume pulverizado sobre uma planta, divida o volume pulverizado pelo número de covas considerado.

11. Leia a bula do produto para verificar se esta taxa de aplicação está dentro dos limites recomendados. Caso não esteja, pequenos ajustes podem ser realizados variando-se a pressão, porém, para ajustes maiores, recomenda-se a troca das pontas de pulverização para pontas de vazões maiores ou menores, conforme a necessidade.

Importante: não esquecer que pontas de alta vazão produzem normalmente gotas grandes, que são menos eficientemente transportadas pelo ar e possuem baixa capacidade de penetração nas plantas.

12. Leia a bula do produto para identificar a dosagem recomendada (ex: 200 mL/100 L de água) e calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função da capacidade do tanque. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 2000 L, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será (2000 ÷ 100) x 0,20 = 4,0 litros de produto por tanque.

Quando a quantidade de calda é expressa em litros/ha, pode-se utilizar o seguinte método:

1. Meça a faixa de pulverização, que será normalmente igual ao espaçamento de plantio dividido pelo número de vezes que o pulverizador entra em uma mesma rua. (ex: 4 m entre ruas /2 vezes por rua = 2 m de faixa).

2. Abasteça o pulverizador somente com água e marque o nível no tanque.

3. Calcule quantos metros precisam ser pulverizados para cobrir 100 m2 através da divisão de 100 pela faixa de pulverização medida.

4. Marque a distância determinada no terreno a ser tratado.

5. Identifique no trator a rotação necessária no motor para proporcionar 540 rpm na TDP (tomada de potência) e acelere o motor até esta rotação.

6. Selecione a marcha que proporcione a velocidade adequada às condições de operação na área a ser tratada.

- A velocidade de deslocamento do pulverizador deve proporcionar tempo suficiente ao ar e a calda pulverizada para que penetrem adequadamente na copa. Assim, o ar expelido pelo pulverizador deve ser ajustado para proporcionar a penetração necessária na copa sem, no entanto, carregar um excesso da calda para além do topo ou para o outro lado das árvores, onde ela seria desperdiçada. Em geral, ventiladores grandes e ruas estreitas permitem o uso de velocidades de deslocamento maiores.

- O centro da árvore é a parte mais difícil de se penetrar e a cobertura aí obtida deve ser avaliada como parte do processo de calibração.

7. Ligue a tomada de potência (TDP).

8. Acelere o motor até a rotação correspondente a 540 rpm na TDP.

9. Ajuste os defletores e o direcionamento dos bicos.

- Quando o pulverizador for equipado com defletores de ar, estes devem ser ajustados na parte superior e inferior da saída do ventilador, em ambos os lados, de forma a confinar a cortina de ar à cultura alvo e evitar que a calda pulverizada caia no chão ou seja arrastada pelo vento para além das árvores. Um certo cuidado é necessário quando do ajuste dos defletores, visto que um incorreto posicionamento dos mesmos pode fazer com que interceptem a calda resultando em escorrimentos.

- Pode ser também necessário ajustar o posicionamento dos bicos para que propiciem uma correta distribuição da calda dentro da copa. Bicos que estejam pulverizando sobre o topo do alvo devem ser fechados.

10. Pulverize nas covas marcadas.

- Inicie o movimento do trator no mínimo 5 metros antes do ponto marcado.

11. Meça a quantidade de água necessária para reabastecer o tanque do pulverizador até a marca feita anteriormente. Para medidas precisas, o
pulverizador deve estar na mesma posição antes e depois da operação.

12. Para determinar o volume de aplicação em 1 hectare, multiplique por 100 o volume aplicado em 100 m².

13. Leia a bula do produto para verificar se este volume está dentro dos limites recomendados. Se o volume obtido for superior ou inferior a 10% do volume recomendado na bula, mude a ponta para uma de vazão maior o menor, conforme o caso. Caso haja necessidade da troca das pontas, o procedimento de calibração deve ser repetido.

- Nos casos onde a dosagem do produto é recomendada em concentração (ex: 150 mL/100 L de água), o volume adequado pode ser visualizado através do

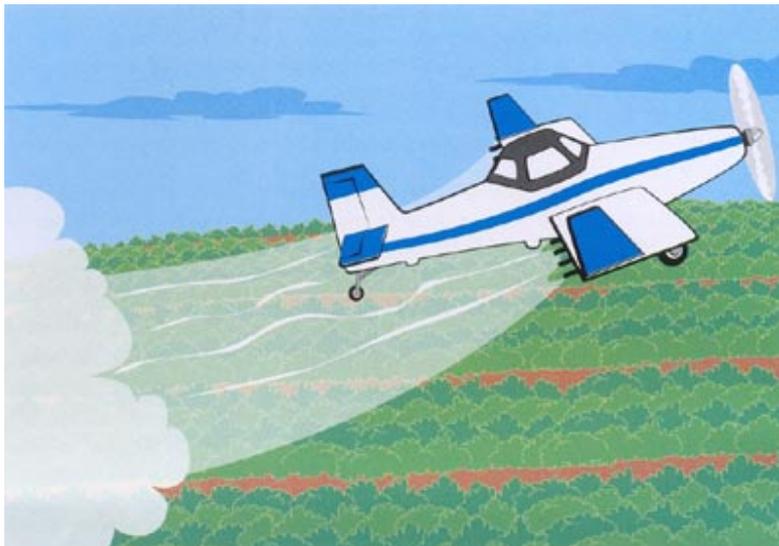
início do escorrimento da calda, no caso de folhagens, ou da obtenção da concentração de gotas desejada.

- Importante: não esquecer que pontas de alta vazão produzem normalmente gotas grandes, que são menos eficientemente transportadas pelo ar e possuem baixa capacidade de penetração nas plantas.

14. Leia a bula do produto para identificar a dosagem recomendada

- Se a dosagem estiver recomendada por hectare (ex: 3,0 L/ha), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função do volume pulverizado. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 2000 L e a taxa de aplicação de 400 L/ha, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será (2000 ÷ 400) x 3,0 = 15,0 litros de produto por tanque.

- Se a dosagem estiver recomendada em concentração (ex: 150 mL/100 L de água), calcule a quantidade de produto a ser colocada no tanque a cada reabastecimento em função da capacidade do tanque. Por exemplo, se a capacidade do tanque é de 2000 L, a quantidade de produto a ser colocada a cada reabastecimento será (2000 ÷ 100) x 150 = 3000 mL ou 3,0 litros de produto por tanque.

5. Aplicação com aeronave

Pontos críticos:

5.1 - Faixa de deposição

Diferentemente do que ocorre com os pulverizadores tratorizados, a faixa de deposição efetiva de um avião agrícola é função direta da extensão das asas, da velocidade e dos deslocamentos aerodinâmicos provocados pelo vôo. Característica específica para cada tipo ou modelo do avião em uso, representa o fator de grande influência nos resultados inadequados ou de baixa eficiência dos defensivos, devido a preocupação geral no rendimento da operação em detrimento da qualidade da deposição adequada sobre o alvo desejado. Faixas maiores do que permite a aerodinâmica do vôo reduzem

a efetividade e eficiência do produto nos cruzamentos das faixas nas pontas das asas. Vôos muito baixos, além de tornar a deposição das gotas irregular, ocasionam maiores concentrações de produto no alvo de deposição, sob a área correspondente à "barriga" do avião.

Redução ou fechamento de bicos nas pontas das asas, evitam perdas da pulverização por influência dos vórtices e não reduzem a faixa de deposição.

5.2 - Altura de vôo

Parâmetro característico para modelo/tipo de cada avião, permitindo o melhor desempenho das gotas de pulverização através de uma deposição mais uniforme sobre e dentro da massa foliar da cultura em aplicações em pré e pós-emergência respectivamente nos cultivos agrícolas. Vôos muito próximos ao solo ou topo da cultura ocasionam distorções na deposição das gotas de pulverização. Derivas longas das gotas deverão ser corrigidas pelo ângulo das barras/bicos de pulverização.

5.3 - Tipo/número de bicos nas barras de pulverização

A quantidade de bicos nas barras de pulverização dos aviões agrícolas, varia com o modelo/tipo de avião agrícola. De maneira geral, para aviões similares ao IPANEMA, são recomendados de 40 a 42 bicos para cultivos anuais. Para aviões maiores, as barras poderão ter mais bicos. Usar bicos de jato plano (ex : leque) para aplicações de pré-emergência (herbicidas de pré-emergência) e de jato cônico vazio para aplicações de pós-emergência (inseticidas, fungicidas, herbicidas de pós-emergência, dessecantes, maturadores, fitorreguladores e nutrientes foliares).

5.4 - Ângulo dos bicos em relação à linha de vôo

Artifício técnico que permite controlar a deriva das gotas geradas durante a aplicação, ajustando seus diâmetros para reduzir as perdas por evaporação, de acordo com a variação das condições climáticas, principalmente a umidade relativa do ar.

A variação do ângulo dos bicos será de 90º a 180º, sempre em relação à linha de vôo do avião.

5.5 - Controle da deriva

A aplicação correta e adequada de um defensivo está na escolha das gotas adequadas às condições climáticas locais, principalmente a umidade relativa do ar. Gotas de pulverização que se elevam ou se deslocam para fora da área de aplicação deverão ser evitadas. Deslocamentos laterais das gotas dentro da área de aplicação são necessários para melhorar a penetração e deposição dentro da massa foliar das culturas.

6. Avaliação das pulverizações

O produto fitossanitário deve exercer a sua ação sobre um determinado organismo que se deseja controlar. Portanto, o alvo biológico a ser atingido é esse organismo, seja ele uma planta daninha, um inseto, um fungo ou uma bacteria. Qualquer quantidade do produto químico (ou agente de outra natureza) que não atinja o alvo não terá qualquer eficácia e estará representando uma forma de perda, assim sendo, observa-se que a eficácia da aplicação está diretamente ligada ao volume chegando no alvo e não ao volume pulverizado. O alvo, portanto, é a região eleita para ser atingida, direta ou indiretamente, pelo processo de aplicação. Diretamente, quando se coloca o produto em contato com o alvo no momento da aplicação e, indiretamente, quando se atinge o alvo posteriormente, pelo processo de redistribuição, que poderá se dar através da translocação sistêmica, translaminar (mesosistêmica) ou pelo deslocamento superficial do depósito inicial do produto. A fixação pouco exata do alvo leva invariavelmente à perda de grandes proporções, pois o produto é também aplicado sobre partes que não têm relação direta com o controle.

Qualquer que seja o alvo selecionado, o sistema de pulverização deverá ser capaz de produzir a cobertura adequada do mesmo. A cobertura nada mais é do que o número de gotas por unidade de área (ou a porcentagem de área coberta), obtida na pulverização e representa, na realidade, o objetivo final da pulverização. A cobertura ideal deve variar com:

- O agente a ser controlado: a cobertura necessária para o controle de um inseto por exemplo deverá ser menor do que aquela necessária para o controle de um fungo, visto que o inseto, por se locomover, terá uma maior chance de entrar em contato com o produto fitossanitário.

- O modo de ação do produto aplicado: a cobertura necessária para um controle eficiente utilizando-se de um produto sistêmico deve ser inferior à necessária para um produto de contato.

Quando se faz observações da cobertura, a primeira providência é coletar uma amostra da mesma. Para tanto deve-se ter uma superfície suscetível de ser marcada pelas gotas, seja através de formação de manchas, crateras ou outro fenômeno visível. Uma vez identificado o alvo a ser avaliado, várias formas de amostragem da cobertura proporcionada pela pulverização podem ser utilizadas, como por exemplo:

- **Corantes** - pode-se empregar tiras de papel e adicionar à calda uma tinta que provoque manchas bem visíveis. Entretanto a gota, ao atingir o papel, provocará uma mancha que é maior que a gota que a originou, devido ao espalhamento. Papéis mais comuns, como cartolina, papel cartão, sulfite etc podem ser utilizados mas, por não possuírem um espalhamento uniforme, poderão fornecer coberturas diferentes para um mesmo resultado. Assim, é interessante que o papel seja padronizado para que as condições sejam constantes entre as observações. Um tipo de papel, cuja qualidade é controlada com rigor, e que portanto está apto a esta finalidade, é o papel fotográfico (por exemplo, papel Kromekote, da KODAK). Quanto ao corante, pode-se utilizar uma anilina ou mesmo corantes destinados a colorir tintas para pinturas de paredes (látex), que são fáceis de encontrar e de baixo custo. Qualquer que seja ele, deve ser utilizado em concentrações relativamente altas para provocar manchas bem nítidas sobre o papel.

- **Papel hidrossensível** - trata-se de um papel com tratamento químico para que, quando em contato com gotas de água, desenvolvam-se manchas azuis muito nítidas. É uma técnica muito empregada atualmente, devido à sua praticidade. O papel sensível à água, também denominado de hidrossensível, é produzido pela Syngenta e distribuído pela Spraying Systems.

- **Traçadores fluorescentes** - nesta técnica, um pigmento fluorescente (podem ser tintas cintilantes normalmente vendidas em casa de material para artesanato) é diluído na calda e pulverizado sobre a planta. Partes da planta (folhas, ramos etc.) podem ser destacadas e levadas a uma câmara escura provida de luz ultravioleta (luz negra). O pigmento brilhará intensamente e mostrará exatamente os locais onde as gotas se depositaram. Trata-se de uma técnica bastante utilizada em pesquisas, uma vez que o coletor das amostras não consegue identificar as áreas pulverizadas a olho nu, reduzindo os erros de amostragem.

Importante é salientar que o objetivo da pulverização é promover uma cobertura adequada do alvo selecionado, independentemente do volume de calda utilizado. O volume de aplicação portanto deve ser encarado como conseqüência e nunca como objetivo na regulagem de pulverizadores. Um exemplo de padrão para avaliação da cobertura é apresentado no Quadro 1.

QUADRO 1: Parâmetros de densidade de gotas aconselháveis para agrotóxicos não sistêmicos ou de baixa translocação.

PRODUTO	COBERTURA (GOTAS / cm²)	PULVERIZAÇÃO
Herbicida	20 - 30	Média - Grossa
Inseticida	50 - 70	Média - Fina
Fungicida	70 - 100	Fina

7. Cuidados com os Pulverizadores

7.1 - Antes da utilização

- Verificar se o tanque bem como os filtros estão limpos e livres de resíduos, e se a tampa fecha corretamente;

- Verificar se as pontas são adequadas para o volume e tipo de aplicação desejada;

- Verificar se a bomba está funcionando. Corrigi-la se apresentar componentes presos ou com desgastes;

- Verificar o regulador de pressão e se o manômetro estão funcionando corretamente;

- Corrigir vazamentos de mangueiras, bicos, válvulas e filtros;

- Ajustar, na área de trabalho, a vazão desejada com água.

7.2 - Como trabalhar com o pulverizador

- O pulverizador costal deverá ser colocado sobre um suporte (ex: tambor) para facilitar sua colocação e ajustá-lo corretamente às costas do operador;

- Abastecer o pulverizador com cuidado, sem derramamento ou perda da calda de pulverização;

- Nos pulverizadores costais manuais, acionar a bomba até o endurecimento da alavanca;

- Sincronizar o bombeamento com o caminhamento do operador, para manter uma maior regularidade da vazão do produto;

- É extremamente recomendável a utilização de válvulas reguladoras de vazão, retirando do aplicador a função de manter a uniformidade da distribuição.

- Nos costais motorizados, acelerar o motor à rotação máxima;

- Para os pulverizadores tratorizados, acelerar o motor até a rotação estabelecida pelo fabricante do trator para se obter 540 rpm na tomada de potência;

- Abrir as válvulas de saída do produto;

- Manter a altura da barra ou bicos recomendada em relação ao topo das plantas ou do alvo de deposição;

- Nunca pulverizar contra o vento;

- Utilizar os equipamentos de proteção individual recomendados e adequados ao tipo de pulverização utilizada.

- Se as roupas se tornarem altamente contaminadas, por exemplo, por um pulverizador com vazamento, o operador deve parar de pulverizar, trocar a sua roupa e lavar-se. O VAZAMENTO DEVERÁ SER REPARADO ANTES DE CONTINUAR A PULVERIZAÇÃO.

- Interrompa a pulverização sempre que as condições climáticas se tornarem desfavoráveis.

7.3 - O que fazer após usar o pulverizador

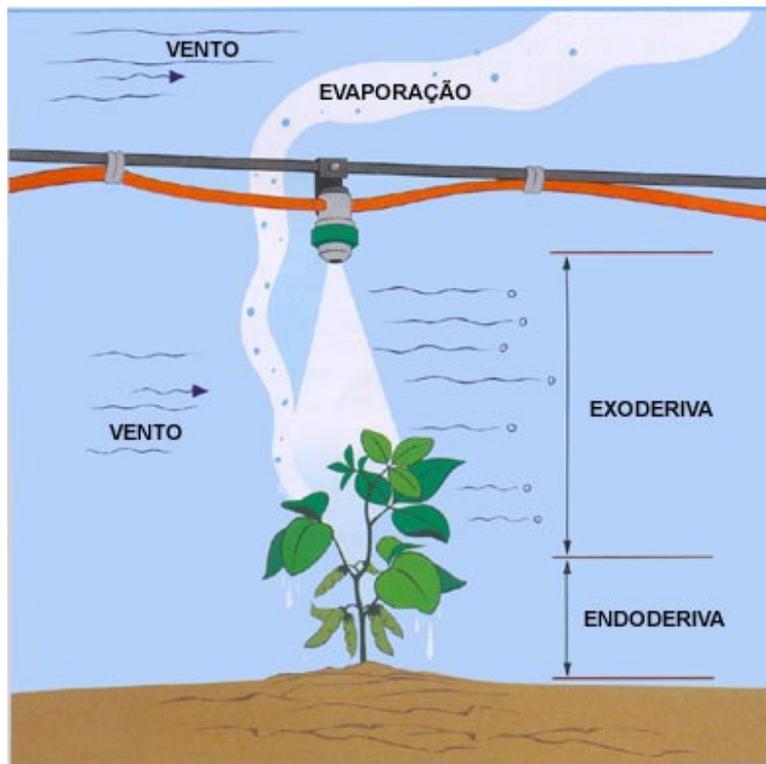
- Aplicar toda a calda de pulverização. Diluir a sobra da calda dez vezes e aplicar em bordaduras e carreadores;
- Enxaguar o equipamento e seus componentes por fora e por dentro com bastante água limpa, forçando-a através de todos os componentes e bicos de pulverização, descartando-a em local adequado e protegido;
- Utilizar óleo fino e limpo para engraxar a bomba de pulverização;
- Guardar o equipamento em local protegido e seguro. O pulverizador costal deverá ser guardado após secado internamente e de boca para baixo;
- Desmontar os bicos de pulverização, limpando seus componentes e guardando-os em local limpo e seguro.

8. Cuidados com o ambiente

8.1 - Controle de deriva

DERIVA, por definição, é o deslocamento da calda de produtos fitossanitários para fora do alvo desejado.

Este fenômeno pode se dar pela ação do vento, escorrimentos ou mesmo volatilização do diluente e do produto. Ele é uma das principais causas da contaminação do aplicador, do ambiente e de insucessos nas aplicações.

TIPOS DE DERIVA

Quando da aplicação de um produto fitossanitário em área total de uma cultura (visando a sua parte foliar), muitas gotas podem passar pela folhagem e atingir o solo, principalmente nas entrelinhas. Outras gotas que atingem as folhas podem se aglutinar de tal maneira que não são mais retidas e escorrem para o solo. Essas perdas internas, isto é, dentro da área cultivada, são denominadas de "Endoderiva" e estão muito ligadas às aplicações de altos volumes e com gotas grandes, que geralmente ultrapassam a capacidade máxima de retenção de líquidos pelas superfícies foliares.

O deslocamento de gotas para fora da área da cultura, causado pela ação do vento e da evaporação da água usada na preparação da calda, principalmente nas gotas de tamanhos menores, é denominado de "Exoderiva". Esse tipo de perda externa, é um dos principais responsáveis pelos prejuízos causados a outras culturas sensíveis e pela contaminação ambiental.

Quando apenas o termo deriva é utilizado, normalmente refere-se a exoderiva.

8.2 - Causas da deriva

a) Tamanho das gotas: O tamanho das gotas produzidas pelas pontas de pulverização dependem do tipo da ponta, da vazão, pressão, do ângulo do jato e das propriedades do líquido pulverizado.

Quanto menores forem estas gotas, mais sujeitas à deriva serão.

Gotas <100 µm são facilmente carregadas pelo vento e se evaporam muito rapidamente, sofrendo mais intensamente a ação dos fenômenos climáticos. Em aplicações aéreas considera-se um limite mais rígido de 150 µm, devido à maior

distância existente entre a máquina e o alvo, bem como à própria turbulência gerada pela aeronave em vôo.

No entanto, é importante reconhecer que a deriva não começa ou para nesses limites de 100 µm ou 150 µm. O potencial de deriva aumenta gradativamente à medida que as gotas se tornam menores que esses diâmetros e, continuadamente, decresce à medida que elas se tornam maiores.

Gotas menores que 50 µm permanecem suspensas no ar indefinidamente ou até a completa evaporação.

b) Condições climáticas: Como nas caldas utilizadas na agricultura, a proporção da formulação é geralmente baixa, o comportamento da pulverização dar-se-á em função do diluente utilizado.

Uma vez que a água é o diluente mais comumente utilizado nas aplicações de produtos fitossanitários, serão aqui discutidos alguns aspectos do comportamento das gotas de água resultantes da pulverização em relação às condições do ambiente no qual elas são lançadas até atingirem o alvo proposto.

- **Evaporação:** A tensão de vapor da água é relativamente alta, de maneira que sua evaporação é rápida. Como em pulverizações as gotas são de pequeno tamanho, o processo de evaporação é significativo, uma vez que a relação superfície/volume aumenta com a redução do diâmetro das gotas. Assim, em função do tamanho das gotas e das condições ambientais (temperatura e umidade relativa), muitas gotas evaporam-se completamente no trajeto entre o bico e o alvo.

Com relação à evaporação, maiores atenções devem ser dispensadas também ao produto a ser aplicado e não apenas ao diluente. Assim, a aplicação de produtos fitossanitários cujo princípio ativo também está sujeito à evaporação, deve ser realizada de maneira bastante criteriosa.

- **Correntes de ar:** Outro fator associado a seu tamanho (e a seu peso) é que as gotas podem sofrer influências das correntes de ar horizontal (vento) e vertical (convecção), sendo levadas para outros lugares que não o alvo pretendido. As gotas que ficam flutuando ou que se evaporam por completo, deixam em suspensão no ar o ingrediente ativo do produto fitossanitário que pode ser carregado a distâncias consideráveis, causando problemas de poluição, quando não de danos a plantas naturais ou cultivadas, que são sensíveis àquele produto químico.

8.3 - Importância do controle da deriva

O controle da deriva é dever de todo agricultor visto que, além de representar uma fonte considerável de prejuízos, é a responsável pela contaminação do trabalhador e do ambiente.

Para se fazer um controle efetivo, no entanto, é necessário conhecer pelo menos alguns dos princípios básicos da Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários. Vários são os fatores não controláveis nesse processo, mas também vários são aqueles passíveis de serem adequados, para que as perdas se situem dentro de um mínimo aceitável, não interferindo na eficiência dos produtos utilizados.

8.4 - Cuidados para não contaminar as coleções de água

A aplicação de um produto fitossanitário deve ser planejada de modo a evitar desperdícios e sobras. Para isto, é importante calcular a dose a ser aplicada em função da área a ser tratada.

O que fazer com a sobra da calda no tanque do pulverizador?

- O pequeno volume de calda que sobrar no tanque do pulverizador deve ser diluído em água e aplicado nas bordaduras da área tratada ou nos carreadores;

- Se o produto que estiver sendo aplicado for um herbicida o repasse em áreas tratadas poderá causar fitotoxicidade e deve ser evitado. Neste caso o produto deve ser diluído em água e aplicado nos carreadores;

- Nunca jogue sobras ou restos de produtos em rios, lagos ou demais coleções de água.

Cuidados na captação/abastecimento do tanque:

- Qualidade de água
- Captação em local apropriado para evitar acidentes

8.5 - Lavagem das embalagens vazias

Como fazer a Tríplice Lavagem

a) Esvazie completamente o conteúdo da embalagem no tanque do pulverizador;

b) Adicione água limpa à embalagem até ¼ do seu volume;

c) Tampe bem a embalagem e agite-a por 30 segundos;

d) Despeje a água de lavagem no tanque do pulverizador;

e) Faça esta operação 3 vezes;

f) Inutilize a embalagem plástica ou metálica, perfurando o fundo.

Como fazer a Lavagem Sob Pressão

Este procedimento pode ser realizado em pulverizadores com acessórios adaptados para esta finalidade.

a) Encaixe a embalagem vazia no local apropriado do funil instalado no pulverizador;

b) Acione o mecanismo para liberar o jato de água;

c) Direcione o jato de água para todas as paredes internas da embalagem;

d) A água de lavagem deve ser transferida para o interior do tanque do pulverizador;

e) Inutilize a embalagem plástica ou metálica, perfurando o fundo.

9. Bibliografia consultada

1/ Fundamentos Básicos e utilização adequada com pulverizadores terrestres e aviões agrícolas. Eng. Agr. José Maria Fernandes dos Santos - Pesquisador Científico. Instituto Biológico - São Paulo - SP. Outubro de 2001

2/ Guia de pulverização de fungicidas na cultura do cafeeiro. São Paulo: BASF, 1999

CHRISTOFOLETTI, J.C. Manual Shell de máquinas e técnicas de aplicação de defensivos agrícolas. São Paulo: Shell, 1992. 124 p.

CHRISTOFOLETTI, J.C. Considerações sobre deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle. 19 p. (cópia digitalizada).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Guias sobre requisitos mínimos para equipos de aplicación de plaguicidas agrícolas. Parte uno: aspersores portátiles (cargos por el operário). Roma:FAO, 2001. 26 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Guias sobre requisitos mínimos para equipos de aplicación de plaguicidas agrícolas. Parte dos: aspersores montados sobre vehículos y remolcados. Roma:FAO, 2001. 28 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Guias sobre requisitos mínimos para equipos de aplicación de plaguicidas agrícolas. Parte tres: nebulizadores portátiles (cargos por el operário). Roma:FAO, 2001. 28 p.

MATUO, T. Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139 p.

MATUO,T; PIO, L.C.; RAMOS, H.H. Módulo 2 - tecnologia de aplicação dos agroquímicos e equipamentos. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO SUPERIOR (ABEAS). Curso de especialização por tutoria à distância - Curso de proteção de plantas, Brasília: ABEAS, 2002. 91p.

RAMOS, H.H. Pulverizadores, o que você deve saber para fazer uma boa escolha. A Granja, 572:28-30, 1996.

RAMOS, H.H.; MATUO, T.; TORRES, F.P. Pulverizadores e sua utilização. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1998. 120p.

RAMOS, H.H. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos. Fitopatologia Brasileira, v.25 (suplemento), p.275-284, 2000.

RAMOS, H.H. Pulverização de produtos fitossanitários. Cultivar máquinas, v.1, n.1 (caderno técnico), 2001. 12 p.

RAMOS, H.H. No lugar certo. Cultivar máquinas, v.1, n.6, p.16-9, 2001.

RAMOS, H.H. Perdas ligadas à má aplicação de agrotóxicos. In: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos: Eficiência, Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente, 2, 2001. Disponível em: www.iac.br/cea/Sintag/AHamilton.PDF em 14/11/2002.

RAMOS, H.H. Regulagem errada. Cultivar Máquinas, v. II, n. 14, p.28-31, 2002.